



(71) Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

(72) Erfinder:

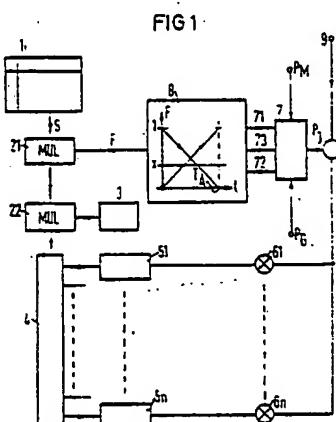
Bergfeld, Wolfgang, Dipl.-Ing., 8521 Uttenreuth, DE;
Daar, Horst, Dr.-Ing., 8520 Erlangen, DE; Seyschab,
Wolfgang, 8500 Nürnberg, DE; Tome, Konrad, 8520
Erlangen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Reduzierung des Energieverbrauchs einer Bühnenstellanlage

Ziel der Erfindung ist es, den Energieverbrauch einer Bühnenstellanlage möglichst ohne Beeinträchtigung der szenischen Qualität zu senken; insbesondere soll sich die Energieaufnahme unter der durch einen Maximumtarif gesetzten Grenze halten. Die Erfindung sieht hierzu eine gleichförmige Reduzierung der Soliwerte aller Scheinwerfer bei Überschreiten bestimmter Leistungsgrenzwerte vor; die Änderungs geschwindigkeit des Reduzierungsfaktors berücksichtigt dabei die Adaptionszeit des menschlichen Auges, so daß die Änderung des Beleuchtungsniveaus für die Zuschauer praktisch nicht wahrnehmbar ist.

(32 21 873)



Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung des Energieverbrauchs einer Bühnenstellanlage mit n Scheinwerfern (61 bis 6n), von denen jeder über ein eigenes Stellglied (51 bis 5n) abhängig von einem zugehörigen Sollwert steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwerte (S) der Scheinwerfer (61 bis 6n) mit demselben Reduzierfaktor (F) multipliziert werden, der sich zwischen dem Wert 1 und einem Untergrenzwert (x) mit einer vorgegebenen, die Adoptionsgeschwindigkeit des menschlichen Auges berücksichtigenden Geschwindigkeit ändert, und zwar abhängig vom Ergebnis des Vergleichs des periodisch abgetasteten Leistungsistwertes (P_I) der Anlage oder eines Teiles davon mit einem Leistungsgrenzwert (P_G), wobei der Reduzierfaktor (F) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abtastzeitpunkten gegen den Untergrenzwert (x) läuft, wenn der Leistungsistwert (P_I) im Abtastzeitpunkt größer als der Leistungsgrenzwert (P_G) ist, und der Reduzierfaktor (F) gegen 1 läuft, wenn der Leistungsistwert kleiner als der Leistungsgrenzwert (P_G) ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderungsgeschwindigkeit des Reduzierfaktors (F) in beiden Richtungen gleich und unter Berücksichtigung der Adoptionszeit des menschlichen Auges bei Dunkeladaption gewählt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderungsgeschwindigkeit bei abnehmendem Reduzierfaktor (F) kleiner als bei zunehmendem Reduzierfaktor ist, wobei im ersten Fall die Adoptionszeit des menschlichen Auges bei Dunkeladaption und im zweiten Fall die bei Helladaption maßgebend ist.

- 9 - VPA 82 P 1450 DE

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Begrenzung des Leistungsistwertes (P_I) auf einen Leistungsmaximalwert (P_M) mit Hilfe eines überlagerten Regelkreises, der periodisch den Leistungsistwert (P_I) mit dem Leistungsmaximalwert (P_M) vergleicht und davon abhängig eine Stellgröße liefert, mit der der Sollwert (S) aller Scheinwerfer multipliziert wird.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Eingreifen des Regelkreises der Reduzierfaktor (F) mit einem Untergrenzwert (x) gleich Null als Stellgröße dient.

15 6. Verfahren nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Änderungsgeschwindigkeit des Reduzierfaktors, die wesentlich größer als die Adoptionszeit des menschlichen Auges ist.

20 7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Steuerteil (7), der den Leistungsistwert (P_I) mit dem Leistungsgrenzwert (P_G) vergleicht und davon abhängig einen Funktionsgenerator (8) steuert, der den Reduzierfaktor (F) an einen Multiplikator (21) liefert.

25 8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerteil (7) den Leistungsistwert (P_I) zusätzlich periodisch mit einem Leistungsmaximalwert (P_M) vergleicht und davon abhängig den Untergrenzwert (x) des Reduzierfaktors (F) gleich Null setzt und die Änderungsgeschwindigkeit des Reduzierfaktors erhöht, solange der Leistungsistwert (P_I) größer als der Leistungsmaximalwert (P_M) ist.

3221873

3

- 10 - VPA 82 P 1450 DE

9. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem Rechner zur Multiplikation der Sollwerte der Scheinwerfer mit dem Reduzierfaktor (F), dadurch gekennzeichnet,
 - 5 daß die Änderungsgeschwindigkeiten des Reduzierfaktors in beiden Richtungen, sein Untergrenzwert (x) sowie der Leistungsgrenzwert (P_G) und der Leistungsmittelwert (P_M) gespeichert sind, von dem Rechner periodisch abgerufen und zur Bildung des jeweils gültigen Reduzierfaktors (F)
 - 10 herangezogen werden.

5 Verfahren und Anordnung zur Reduzierung des Energiever-
brauchs einer Bühnenstellanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung des Energieverbrauchs einer Bühnenstellanlage mit n Scheinwerfern, von denen jeder über ein eigenes Stellglied abhängig von einem zugehörigen Sollwert steuerbar ist.

Die Spitzenleistung einer großen Bühnenstellanlage liegt mit einigen hundert Kilowatt recht hoch. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Leistungsaufnahme möglichst ohne Beeinträchtigung der szenischen Qualität zu reduzieren; insbesondere soll die Leistungsaufnahme auf einen derartigen Maximalwert begrenzt werden, daß der im Rahmen eines Maximumtarifes mit einem Energieversorgungsunternehmen vereinbarte Energiegrenzwert nicht überschritten wird.

Die Lösung dieser Aufgabe beruht auf der Tatsache, daß das menschliche Auge bei Veränderung der Intensität einer Beleuchtung eine Adoptionszeit benötigt, um seine volle Sehtüchtigkeit bei dem neuen Beleuchtungsniveau wieder zu erreichen. Diese Adoptionszeit ist bei Dunkeladaption - also beim Übergang von Hell auf Dunkel - verhältnismäßig groß, jedenfalls viel größer als bei dem umgekehrten Vorgang der Helladaption. Die beispielsweise mit einer Dunkeladaption verbundene Zunahme der Augenempfindlichkeit hat zur Folge, daß das wahrgenommene Bild - innerhalb bestimmter Grenzen der Beleuchtungsintensität - nach der Adaption genauso gut wahrgenommen wird wie vorher. Diesen Sachverhalt macht sich die Erfindung zunutze, indem sie

bei Überschreitung eines bestimmten Leistungswertes der gesamten Bühnenstellanlage für eine gleichförmige, genügend langsame Absenkung des Beleuchtungsniveaus sorgt.

- 5 Da die Adaptionsgeschwindigkeit des Auges bei Helladaptation wesentlich größer ist als bei Dunkeladaptation, können die Änderungsgeschwindigkeiten des Reduzierfaktors entsprechend unterschiedlich gewählt werden; im Interesse der Vereinfachung ist es jedoch zweckmäßig, die kritisches kleinere Änderungsgeschwindigkeit für beide Fälle vorzusehen.

Durch die Erfindung wird eine durch das Auge praktisch nicht wahrnehmbare Kompression des Beleuchtungsniveaus und damit eine entsprechende Reduzierung des Energieverbrauchs herbeigeführt. Der Effekt ist dabei umso größer, je kleiner der Untergrenzwert x des Reduzierfaktors F ist und je niedriger der Leistungsgrenzwert P_G gewählt wird, oberhalb dessen die Erfindung eingreift. Im Interesse ausreichend großer Intensitätsspielräume wird man jedoch den die maximale Kompression bestimmenden Untergrenzwert x nicht niedriger als etwa 0,7 bis 0,8 wählen. Auch wird es meist sinnvoll sein, die Kompression erst oberhalb eines Leistungsgrenzwertes einsetzen zu lassen, der etwa bei 0,8 der mittleren Leistungsaufnahme der Bühnenstellanlage liegt. Bei wesentlich kleinerem Leistungsgrenzwert ist zwar eine größere Leistungseinsparung möglich, jedoch müßte dann eine sichtbare Qualitätseinbuße in Kauf genommen werden.

30

Bei entsprechend großem Sollwert kann jedoch auch bei der Erfindung die Energieaufnahme trotz Kompression einen, z.B. durch einen Maximumtarif bestimmten Grenzwert überschreiten. Dies läßt sich gemäß der in Anspruch 4 gekennzeichneten Weiterbildung der Erfindung mit Hilfe ei-

6
- 3 - VPA 82 P 1450 DE

nes überlagerten Regelkreises vermeiden, durch den die Leistung auf einen vorgegebenen Leistungsmaximalwert P_M begrenzt wird. Als Stellgröße kann dabei ebenfalls der Reduzierfaktor F dienen, wobei allerdings der Untergrenzwert x gleich Null gesetzt ist, so daß eine volle Ausregelung möglich ist. Auch ist es in diesem Fall zweckmäßig, die Änderungsgeschwindigkeit des Reduzierfaktors wesentlich größer als die Adoptionszeit des menschlichen Auges zu wählen, um ein entsprechend schnelles Eingreifen des Regelkreises zu ermöglichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich besonders einfach mit einem Rechner verwirklichen, zumal in letzter Zeit Bühnenstellanlagen ohnehin mit Rechnern zur periodischen Ermittlung der Sollwerte der einzelnen Scheinwerfer verwendet werden. In diesem Fall brauchen lediglich die Änderungsgeschwindigkeiten des Reduzierfaktors für die beiden Änderungsrichtungen, sein Untergrenzwert sowie der Leistungsgrenzwert und der Leistungsmaximalwert gespeichert zu werden. Diese Werte werden dann periodisch abgerufen und unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Abhängigkeiten zur Bildung des jeweils gültigen Reduzierfaktors ausgewertet, mit dem dann die einzelnen Sollwerte der Scheinwerfer multipliziert werden.

Der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Vergleichen des Leistungsistwertes mit dem Leistungsgrenzwert und gegebenenfalls mit dem Leistungsmaximalwert kann gleich, kleiner oder auch größer als die Umsteuerzeit gewählt werden, die zur Änderung des Reduzierfaktors von Eins auf Null benötigt ist, wobei diese Zeit unter Berücksichtigung der Adoptionszeit des Auges gewählt ist. Im Interesse einer möglichst wirkungsvollen und schnellen Begrenzung des Leistungsistwertes auf den Leistungsmaximalwert ist jedoch eine hohe Abtastfrequenz, d.h. ein kurzer Abstand

zwischen den einzelnen Vergleichen des Leistungsistwertes mit dem Leistungsmaximalwert zweckmäßig. Ist eine reine Kompression ohne eine solche Begrenzung gefordert, so kann auch mit einem Abtastabstand gearbeitet werden, der 5 gleich der Umsteuerzeit ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren erläutert; es zeigen

- 10 FIG 1 ein Blockschaltbild einer Bühnenstellanlage,
- FIG 2 eine Übersicht über die Ausgangssignale bei den möglichen Kombinationen von Eingangssignalen an dem Steuerteil 7,
- FIG 3 die logischen Zusammenhänge zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen des Steuerteiles 7, und
- 15 FIG 4 ein Beispiel für den Verlauf der Energieaufnahme einer Bühnenstellanlage mit und ohne Erfindung, wobei zusätzlich die Bedingungen gemäß FIG 2 sowie die jeweils zugehörigen Werte von F eingetragen sind.

Die n Scheinwerfer 61 bis 6n einer Bühnenstellanlage sind über zugeordnete Stellglieder 51 bis 5n an ein Speisenetz 9 angeschlossen; die Intensität der Scheinwerfer ist 25 durch die Stellglieder veränderbar und durch eigene Sollwerte bestimmt, die den einzelnen Stellgliedern über eine Weiche 4 zyklisch zugeführt werden. Zwischen der Weiche 4 und einem Sollwertspeicher 1 liegen zwei Multiplikatoren 21 und 22, mit deren Hilfe eine durch die Sollwerte 30 des Sollwertspeichers bestimmte Szene heller oder dunkler gemacht werden kann. Hierzu dient beispielsweise ein Gruppensteller 3, dessen Ausgangsspannung dem Multiplikator 22 zugeführt wird.

35 Im Multiplikator 21 werden die Sollwerte S für die Scheinwerfer nacheinander mit einem Reduzierfaktor F mul-

tipliziert, der von einem Funktionsgenerator 8 geliefert wird und der zwischen Eins und Null und umgekehrt innerhalb einer Umsteuerzeit T_A veränderbar ist. Diese Veränderung vollzieht sich dabei in Stufen, von denen jede mindestens 5 so lang ist, wie ein Durchlauf der Sollwerte aller Scheinwerfer durch den Multiplikator 21 erfordert. Andrerseits ist diese Zeit so kurz und die Stufenhöhe so klein, daß im Ergebnis die Helligkeit des gesamten Bühnenbildes praktisch stetig zu- oder abnimmt, wobei dieses 10 wegen der geringen Geschwindigkeit der Veränderung ohnehin für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar ist. Der Funktionsgenerator 8 kann ein Speicher mit nachgeschaltetem Addierwerk sein, durch das ein bestimmtes, konstantes Inkrement (Stufenhöhe) dem vorherigen Ausgangswert hinzugefügt 15 addiert oder von diesem subtrahiert wird.

Die Steuerbefehle erhält der Funktionsgenerator 8 von einem Steuerteil 7, das den von der Bühnenstellanlage aufgenommenen Leistungsistwert P_I periodisch mit einem Leistungsgrenzwert P_G 20 und mit einem Leistungsmaximalwert P_M vergleicht. An den Ausgängen 71 und 72 treten dabei die in FIG 2 dargestellten Signalkombinationen abhängig von den dort angegebenen Bedingungen an den Eingängen auf. Dabei wird über einen Eingang 73 die jeweilige Größe des 25 Reduzierfaktors F dem Steuerteil 7 gemeldet.

Für die folgende Fallbeschreibung sind die FIG 2 und 4 besonders anschaulich: Solange der Leistungsistwert P_I 30 größer als der Leistungsmaximalwert P_M ist (Bedingung 1), sorgt die Signalkombination an den Ausgängen 71 und 72 für eine schnelle Reduzierung des Reduzierfaktors F , wobei es keine Rolle spielt, ob F gleich, größer oder kleiner als der Untergrenzwert x ist. Im Ergebnis stellt sich derjenige Reduzierfaktor - z.B. 0,6 - ein, der zur Begrenzung des Leistungsistwertes auf den Leistungsmaximal-

9 3221873
- 6 - VPA 82 P 1450 DE

wert erforderlich ist. Ist dieser Zustand erreicht (Bedingung 2), stoppt die dann vorhandene Signalkombination an den Ausgängen des Steuerteiles 7 die weitere Veränderung des Reduzierfaktors F.

5

Sinkt danach der Leistungsistwert P_I unter den Leistungsmaximalwert P_M und liegt der Reduzierfaktor F zusätzlich unter dem Untergrenzwert x - beispielsweise aufgrund eines vorherigen Eingreifens des Regelkreises - dann wird 10 der Reduzierfaktor wieder hochgefahren, und zwar bis zum Untergrenzwert x (= 0,8), sofern der Leistungsistwert zwischen P_M und P_G liegt (Bedingung 4).

Sinkt dann der Leistungsistwert P_I unter P_G (Bedingung 3), 15 dann steigt der Reduzierfaktor F wieder bis auf 1, wenn hierbei $P_I < P_G$ bleibt (Bedingung 7). Wird jedoch zuvor $P_M > P_I > P_G$, dann wird F gegen x (0,8) gesteuert (Bedingung 5).
20 Der Untergrenzwert x bzw. der oberste mögliche Wert 1 werden jedoch nur erreicht, wenn entweder die entsprechende Bedingung ausreichend lang besteht oder wenn der Abstand zwischen zwei Abtastungen des Leistungsistwertes und des folgenden Vergleichs entsprechend groß ist.

25

Die Struktur der in FIG 2 dargestellten Logik ist in FIG 3 mit Hilfe von Entscheidungsrauten näher veranschaulicht:

30 Zunächst wird der Leistungsistwert P_I mit dem Leistungsmaximalwert P_M verglichen: Solange P_I größer als P_M ist, steht an dem Rückstellausgang 72 H-Signal - und am Hochlaufausgang 71 L-Signal, also die Bedingung für ein H untersteuern des Reduzierfaktors F. Wird dann P_I gleich 35 P_M , so fällt das H-Signal an 72 weg und die Veränderung des Reduzierfaktors wird gestoppt.

Ist dagegen P_I kleiner P_M , so folgt ein weiterer Vergleich mit dem Leistungsgrenzwert P_G : Ist P_I kleiner P_G , so tritt an dem Hochlaufausgang 71 H-Signal auf, ohne Rücksicht darauf, wo der Reduzierfaktor im Vergleich zu 5 dem Untergrenzwert x vorher lag. Der Reduzierfaktor erhöht sich somit gegen den Wert Eins und wird diesen auch erreichen, sofern dabei nicht P_I den Leistungsgrenzwert P_G überschreitet.

10 Ist letzteres der Fall, dann wird zusätzlich geprüft, ob der momentane Reduzierfaktor über oder unter dem Untergrenzwert x liegt: Im ersten Fall wird H-Signal auf den Rückstellausgang 72 und im zweiten Fall H-Signal auf den Hochlaufausgang 71 gegeben.

15 In FIG 4 ist der Verlauf des Leistungsistwertes P_I abhängig von der Zeit und zusätzlich - gestrichelt - der fiktive Verlauf der Gesamtleistung ohne Eingreifen der Erfindung dargestellt: Die schraffierte Fläche zwischen den 20 beiden Kurvenzügen ist somit ein Maß für die eingesparte Energie.

Auf der Zeitachse sind ferner die Abtastzeitpunkte für P_I 25 markiert, die bei $P_I < P_M$ maßgebend sind. Zusätzlich sind unter der Zeitachse die jeweiligen Bedingungen mit den Bezeichnungen nach FIG 2 eingetragen: So ist ersichtlich, daß in dem Abschnitt B1/2 der Leistungsistwert auf den Wert von P_M begrenzt wird, wobei die Regelung mit sehr kleiner Zeitkonstante (höhere Abtastfrequenz) eingreift.

3221873

- 11 -

VPA 82 P 1450 DE

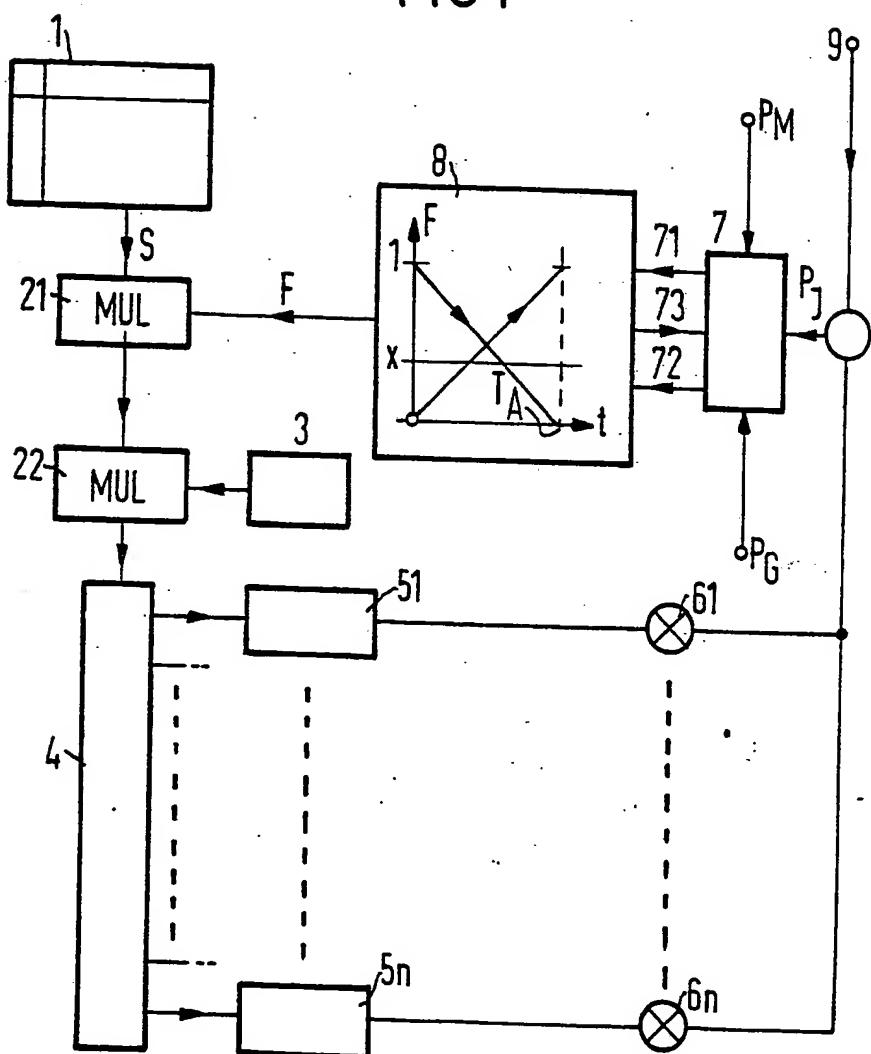
Bezugszeichenliste

- 1 Sollwertspeicher
- 21 Multiplikator
- 22
- 3 Gruppensteller
- 4 Weiche
- 51 - 5n Stellglied
- 61 - 6n Scheinwerfer
- 7 Steuerteil
- 71 Hochlaufausgang
- 72 Rückstellausgang
- 73 Rückmeldeeingang
- 8 Funktionsgenerator
- 9 Speisenetz
- P_I Leistungsistwert
- P_M Leistungsmaximalwert
- P_G Leistungsgrenzwert
- F Reduzierfaktor
- x Untergrenzwert
- T_A Umsteuerzeit

-2-
Leerseite

BEST AVAILABLE COPY

FIG 1

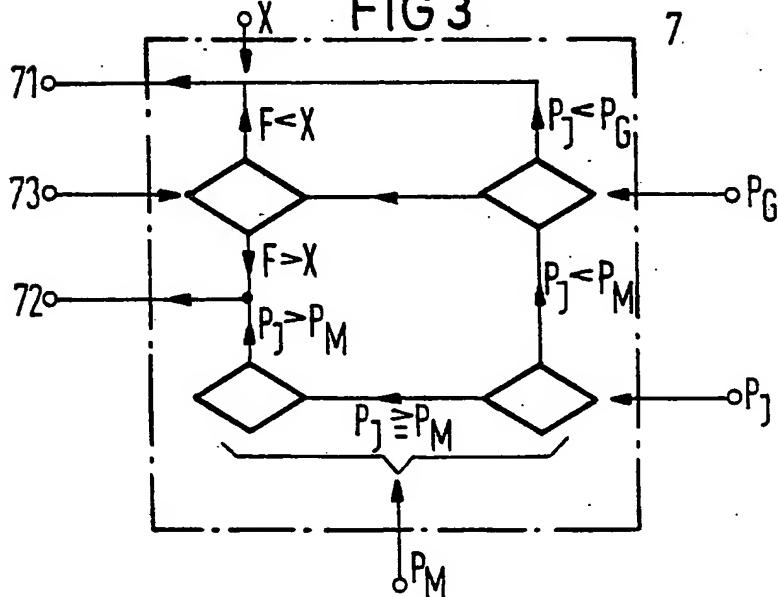


2/3

FIG 2

Bedingung	1	2	3	4	5	6	7
$P_J > P_M$	J						
$P_J = P_M$		J					
$P_J < P_M$			J	J	J	J	J
$P_J > P_G$				J	J	J	
$P_J < P_G$			J				J
$F < X$				J			
$F > X$					J		
$F = 1$						J	
$F = X$						J	
Aktion							
$F \uparrow$				•	•		
$F \downarrow$		•				•	
71	L	L	H	H	L	L	L
72	H	L	L	L	H	L	L
Halt		•				•	•

FIG 3



82 P 1450 DE

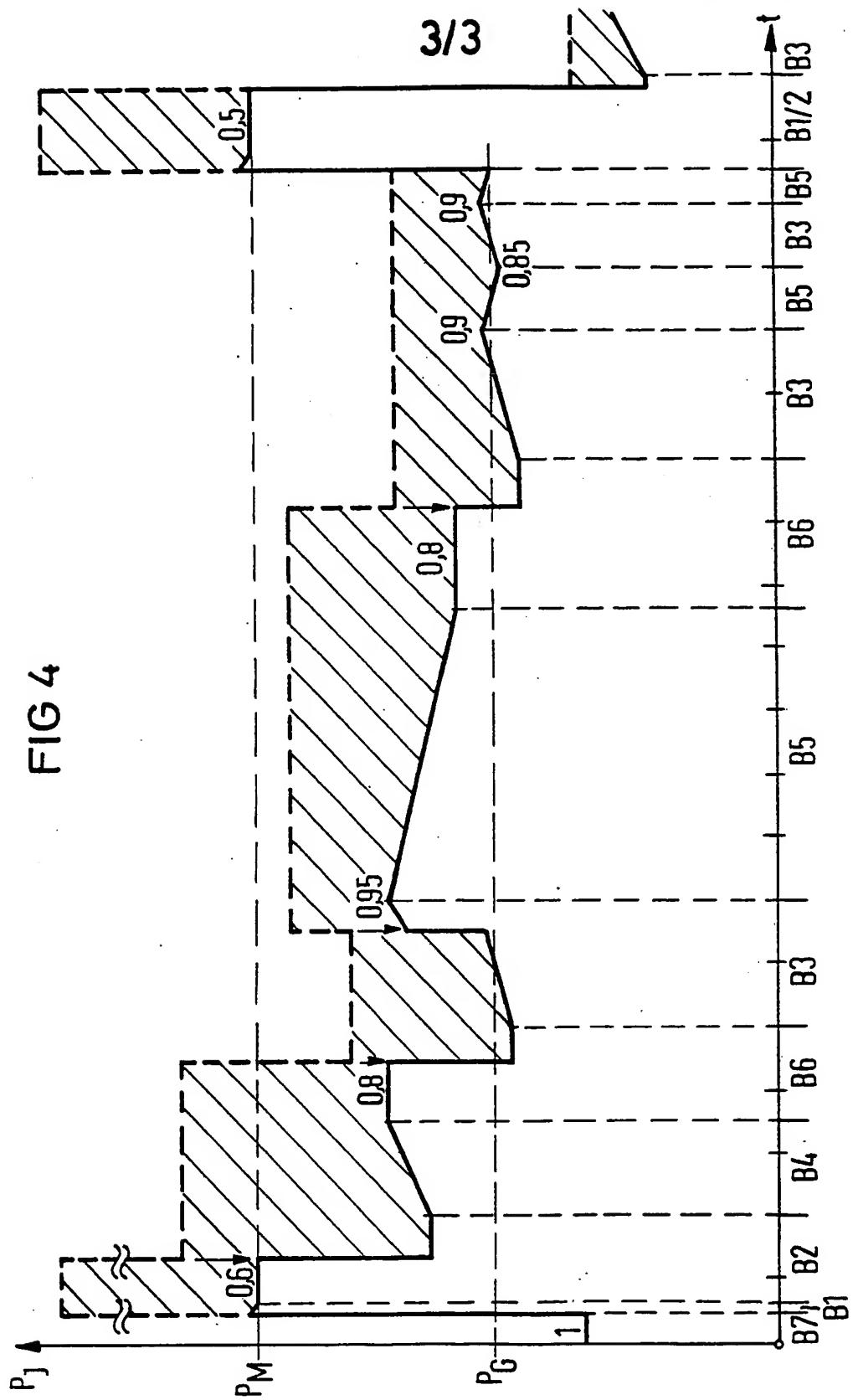


FIG 4